

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-158636

(43)Date of publication of application : 31.05.2002

(51)Int.Cl.

H04J 14/00  
H04J 14/02  
H01S 3/10  
H04B 10/02  
H04B 10/17  
H04B 10/16

(21)Application number : 2000-095200

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 29.03.2000

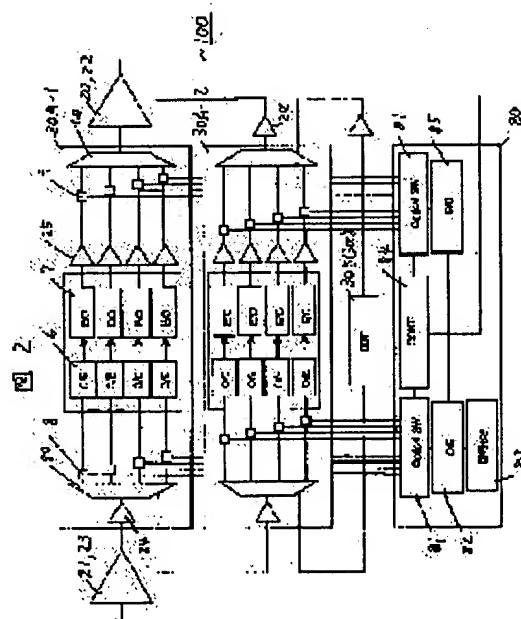
(72)Inventor : KOSAKA JUNYA  
MATSUOKA TADASHI

## (54) OPTICAL TRANSMITTER AND ITS SUPERVISORY SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problem that a conventional optical transmitter and its supervisory system has difficulties in realizing long transmission distance, when pursuing highly dense wavelength multiplex or in realizing highly dense wavelengths, when realizing a long transmission distance because of the wavelength dependence.

**SOLUTION:** In order to solve the problem above, the transmission system of this invention is provided with an optical signal extension device where wavelength bands are grouped. As a result, the dispersion problem is solved and a tradeoff relation between the long detector distance and the highly dense wavelength multiplex is realized to transmit optical signals.



a)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-158636

(P2002-158636A)

(43) 公開日 平成14年5月31日 (2002.5.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
H 0 4 J	14/00	H 0 1 S 3/10	Z 5 F 0 7 2
	14/02	H 0 4 B 9/00	E 5 K 0 0 2
H 0 1 S	3/10		U
H 0 4 B	10/02		J
	10/17		

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-95200 (P2000-95200)

(22) 出願日 平成12年3月29日 (2000.3.29)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小坂 淳也

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所通信事業部内

(72) 発明者 松岡 正

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所通信事業部内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

Fターム(参考) 5F072 JJ20 KK30 RR01 YY17

5K002 AA06 BA04 BA05 BA21 CA13

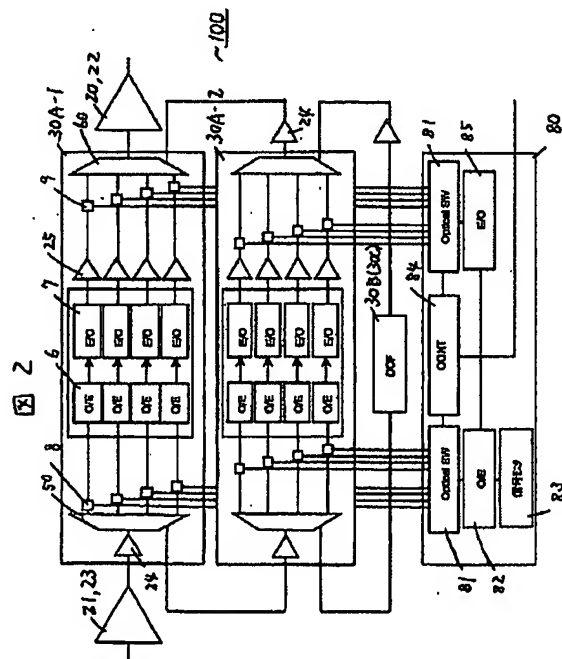
DA02 FA02

(54) 【発明の名称】 光伝送装置およびその監視システム

(57) 【要約】

【課題】 波長依存性により、波長多重の高密度化を追求すれば長距離化の実現が困難となり、長距離化を実現しようとするれば波長の高密度化が困難となる。

【解決手段】 本発明は、そうした課題に鑑み、伝送システム中に波長帯域をグループ化した光信号拡張装置を設ける。これによって分散の問題を解消させ、トレードオフの関係の長距離化と波長多重の高密度化とを実現して伝送させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の波長多重光信号を増幅する第1の光増幅器と、前記第1の光増幅器で増幅された第1の波長多重光信号から第1の帯域の波長を抽出する第1の処理ユニットと、前記第1の帯域の波長を取り除かれた第2の波長多重光信号から第2の帯域の波長を抽出する第2の処理ユニットと、前記第2の処理ユニットの出力である第3の波長多重光信号と前記第1の処理ユニットの出力である第4の波長多重光信号とを波長多重して入力する第2の光増幅器と、を含む光伝送装置。

【請求項2】第1の波長多重信号用光増幅器と、第2の波長多重用光増幅器と、前記第1および第2の波長多重信号用光増幅器の間に設けられた第1の波長帯域用処理ユニットと、第2の波長帯域用処理ユニットと、を含む光伝送装置。

【請求項3】請求項1または2に記載の光伝送装置であって、前記処理ユニットは、波長多重光信号を個別波長に分波する波長分波器と、分波された光信号を電気信号に変換する光受信器と、電気信号を光信号に変換する光送信器と、光信号を波長多重光に合波する光合波器と、を含む光伝送装置。

【請求項4】請求項1または2に記載の光伝送装置であって、前記処理ユニットは、分散補償器を含む光伝送装置。

【請求項5】請求項1または2に記載の光伝送装置であって、前記処理ユニットは、伝送ファイバである光伝送装置。

【請求項6】第1の波長帯域と第2の波長帯域とに波長帯域を分ける波長分波器と、第1の波長帯域を中継局の入側で増幅する第1の光増幅器と、第1の波長帯域を中継局の出側で増幅する第2の光増幅器と、前記第1および第2の波長多重信号用光増幅器の間に設けられた第3の波長帯域用処理ユニットと、第4の波長帯域用処理ユニットと、からなる中継局。

【請求項7】請求項6に記載の中継局であって、前記処理ユニットは、波長多重光信号を個別波長に分波する波長分波器と、分波された光信号を電気信号に変換する光受信器と、電気信号を光信号に変換する光送信器と、光信号を波長多重光に合波する光合波器と、を含む中継局。

【請求項8】請求項6に記載の中継局であって、前記処理ユニットは、分散補償器を含む中継局。

【請求項9】請求項6に記載の中継局であって、前記処理ユニットは、伝送ファイバである中継局。

【請求項10】送信端局と受信端局との間に中継局を含み波長多重光信号を送送する光伝送システムであって、前記中継局は、第1の波長帯域と第2の波長帯域とに波長帯域を分けて中継局の入口と出口とで波長多重信号を増幅し、中継局の入口に設けた第1の光増幅器と出口に

設けた第2の光増幅器との間で、さらに波長帯域を細分化した信号処理を実施する光伝送システム。

【請求項11】請求項10に記載の光伝送システムであって、信号処理は光／電気変換と電気／光変換とである光伝送システム。

【請求項12】請求項10に記載の光伝送システムであって、信号処理は分散補償である光伝送システム。

10 【請求項13】請求項10に記載の光伝送システムであって、信号処理はファイバ伝送である光伝送システム。

【請求項14】送信端局と受信端局との間に中継局を含み波長多重光信号を送送する光伝送システムであって、中継局は、中継局の入口に設けた第1の光増幅器と出口に設けた第2の光増幅器との間で個別波長毎に分派する分波器と、分波された波長の光を分割する複数のカップラーと、複数の光信号受信器と、複数の光信号送信器と、複数の光信号送信器からの複数の波長の光信号を合波する光合波器と、複数のカップラーで分割された信号を選択する光スイッチと、選択された波長の光を受信する第2の光信号受信器とを含む、光伝送システム。

20 【請求項15】送信端局と受信端局との間に設けられる中継局であって、入口に設けた第1の光増幅器と出口に設けた第2の光増幅器との間で個別波長毎に分派する分波器と、分波された波長の光を分割する複数のカップラーと、複数の光信号受信器と、複数の光信号送信器と、複数の光信号送信器からの複数の波長の光信号を合波する光合波器と、複数のカップラーで分割された信号を選択する光スイッチと、選択された波長の光を受信する第2の光信号受信器とを含む、中継局。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長多重（WDM: Wavelength Division Multiplexing）光伝送装置に関し、特に中継局に設けられる光伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】伝送システムのコスト低減のために、伝送レートの上昇要求と同時に波長多重の高密度化と、長距離化が要求されている。しかし一般に、伝送レートを向上させれば、伝送回線上の分散による送信信号光の波形歪を補償する広帯域の分散補償を実現することが困難となる。回線ファイバには、波長に依存する分散パラメータが存在し、このパラメータは、ファイバ長が長くなればなるほど積算される。したがって、特に効率的に広帯域一括分散補償を行おうとする場合には、全帯域に渡り最適補償を行うことが極めて困難となる。

【0003】光伝送技術において、光増幅器が有効に適用されている。しかし、光増幅器にも伝送特性を制限す

る雑音特性や利得特性に波長依存性がある。光増幅器を数段に渡って伝送回線上に敷設する場合には、波長によって光増幅器の段数の限界すなわち伝送距離の限界に差がある。このような場合、波長多重伝送では、全ての波長を一定の信頼性で伝送するために、最も特性の悪い、つまり伝送距離限界の最も短い波長に合せてシステムを構築するのが一般的であった。波長多重伝送に関連する技術として、特開平8-278523号公報（対応米国特許5,675,432）に記載の光増幅器が挙げられる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】これらの波長依存性により、波長多重の高密度化を追求すれば長距離化の実現が困難となり、長距離化を実現しようとするれば波長の高密度化が困難となる。このトレードオフにより、伝送システムをより低コストで構築することが困難である。

【0005】また、伝送回線途中の局舎において波長帯域の一部の信号波長をドロップしたり、アッドする技術が検討されている。将来的に、こうした技術がより積極的に適用されるに伴い、同一のファイバに異なる局舎より送信された信号光が、波長多重光として伝送される可能性がある。このような場合には、信号波長によって伝送条件が異なるため、従来より行われている効率的な全帯域一括分散補償が困難という問題が生じている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、そうした課題に鑑み、伝送システム中に波長帯域をグループ化した光信号拡張装置を設ける。これによって分散の問題を解消させ、トレードオフの関係の長距離化と波長多重の高密度化とを実現して伝送させる。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施の形態である光伝送システムの構成を説明するブロック図である。この光伝送システムでは、信号はおもに端局1から端局2の方向に伝送される。端局1と端局2の間には中継局2,3,4があり、中継局2には複数の波長について分波・合波することが可能である。波長多重信号の増幅は、1530~1545nmのBlue Bandと1547~1560nmのRed Bandとにわけて、それぞれのBandで一括増幅している。

【0008】端局1で、図示しない光送信装置から送出された光信号は、光合波装置10によって合波され、光増幅器20,22によって増幅された後、図示しないカップラに依って合波され、伝送ファイバ1に導入される。長距離の伝送ファイバ1を伝送された信号光は、中継局2で図示しない波長多重分離装置でBandを分離し、再び光増幅器21,23によって増幅される。増幅された光信号は、図示しない光分波器により分波され、所定の波長数毎に、処理ユニット30を通過し、光増幅

器20,22によって増幅され伝送ファイバ1に送出される。中継局3,4でも同様に伝送されたあと、端局5で図示しない波長多重分離装置でBandを分離し、再び光増幅器21,23によって増幅される。増幅された波長多重光信号は、波長多重分離装置40で単色波長に分離され、図示しない光受信装置で電気信号に戻される。

【0009】ここで、処理ユニット30としては、詳細を後述する光信号拡張装置30A、分散補償装置30B、単に伝送ファイバ30C、光アッドドロップ装置30D等が挙げられ、これらの処理ユニット30は、光増幅器21,23と光増幅器20,22との間に1台設置されても、いかなる組合せで複数台並列に設置されても良い。ここで、光信号拡張装置30Aと光アッドドロップ装置30Bとは、それぞれ単色の波長の光信号を通過させる。分散補償装置30Bと伝送ファイバ30Cは波長多重された光信号を通過させる。

【0010】このように伝送システムを構成することによって、伝送ファイバが1本であるにもかかわらず、端局1から端局5までの光信号に対して、波長帯域によって異なる無中継伝送区間を持たせることが可能である。ここでいう無中継伝送区間とは光送信器から次の光受信器までの伝送区間を言う。例えば、一部の帯域の信号光は、端局1から端局5までを無中継伝送区間とするが、他の一部の帯域の信号光は、端局1から光信号拡張装置までを第一の無中継伝送区間とし、光信号拡張装置から次の光信号拡張装置あるいは端局までが第二あるいは第三以降の無中継伝送区間となる。

【0011】より具体的には、光増幅器ではレッドバンドに含まれる波長では、利得の波長依存性や雑音特性が比較的小さく、特性が良いため、長距離化には有利である。このような帯域の信号だけに限って分散補償を行えば、端局1から端局5へ無中継伝送することが可能である。

【0012】一方、ブルーバンドに含まれる波長では、利得の波長依存性や雑音特性が比較的大きく、特性が悪いため、長距離化には不利である。このような帯域の信号は、途中の中継局に光信号拡張装置を設け無中継伝送区間を短くすることが望ましい。

【0013】波長帯域1530nmから1560nmまでの全波長帯域を一括して無中継伝送しようとするれば、伝送距離は、光の利得特性や雑音特性が悪い波長帯域の特性によって制限される。また、分散補償も広帯域で行う必要があり、さらに伝送限界を制限する。

【0014】本発明により、異なる伝送区間を有する光信号を同一のファイバに合波伝送することが可能となる。波長帯域に応じた伝送区間を構築することが簡単に行えるため、伝送システムの長距離化および波長多重の高密度化を容易にし、システム構築コストを下げる事が可能となる。また、波長帯域毎にフレキシブルな伝送

システムを構築することが可能となる。

【0015】本発明の他の実施の形態である光伝送装置の実施例を図2および図3を用いて説明する。ここで、図2は、中継局に設置される光伝送装置のブロック図であり、図3は分波器または合波器のブロック図である。

【0016】図2は、図1で説明した中継局に設置される光伝送装置で、伝送ファイバ1よりの16波長多重信号は、光増幅器21、23によって増幅され、光信号拡張装置30A-1に導入され、光分波器の損失を補償するために設置された低利得の光増幅器24で増幅された後、4波長内部へ、残りの12波長が光信号拡張装置30A-2に導入される。低利得の光増幅器24で増幅された後、12波長のうち4波長は内部へ、残りの8波長が分散補償装置30Bに導入される。8波は、分散補償装置30Bによって一括分散補償された後、光増幅器24で増幅後、ふたたび光信号拡張装置30A-2、光増幅器24、光信号拡張装置30A-1をこの順に通過して合波され、光増幅器20、22に16波の波長が投入されて増幅される。

【0017】一方、光信号拡張装置30A-1の内部へ導入された4波長は、光分岐器8によって一部分岐され、光信号解析装置80に導入される。光分岐器8を通過した信号は、光受信器6によって電気変換され、信号波形調整、タイミング調整、識別再生して、光送信器7で再び光変換される。光変換された信号は、光増幅器25によって増幅され光分岐器9を通過し、光合波器60によって4波および12波が合波される。この光増幅器25は、送信光レベルを合せ、同時に光合波器の損失を補償するものであり、低利得の光増幅器で充分である。光分岐器9は、光信号解析装置80から導入される信号光を導入するためのものである。

【0018】このようにして、波長多重されていた16波長のうち8波はいったん中継された後伝送され、残りの8波は、分散補償器を通過するだけで無中継伝送される。なお、通常の中継伝送装置では、オーバーヘッド部の中継区間の誤り監視用のB1バイト抽出し、中継区間の誤り監視を実施しているが、本実施例の光信号拡張装置では、3R(Reshaping, Retiming, Regenerating)を実施し、誤り監視は光信号解析装置に置き換えている。なお、光信号解析装置80については後述する。

【0019】つぎに図3を用いて波長多重信号を分波する波長分波器50と波長合波器60とを説明する。なお、説明は波長分波器50として説明するが、光の進行方向を逆にすれば波長合波器60の機能となる。

【0020】図3は、波長分離器の構成を示したもので、入力する波長多重信号には $\lambda 1 \sim \lambda 16$ の16波長が多重化されている。図3(a)で、波長多重信号は、光サーキュレータ25を通過し、ブラッググレーティング26で $\lambda 1$ 波長が反射される。光サーキュレータ25は、図で左から右に進む光は直進させるが、右から左に

進む波長 $\lambda 1$ の反射光は第3のポートへ出力し、波長 $\lambda 1$ が取り出される。同様に、 $\lambda 2 \sim \lambda 4$ は波長分離され取り出される。一方、 $\lambda 5$ ないし $\lambda 16$ の12波長は、波長多重されたまま出力される。図3(b)に示した波長分離器は、反射してきた $\lambda 1 \sim \lambda 4$ の光信号を1台の光サーキュレータで第3のポートへ出力し、導波路型のWDMで波長分離し、 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ は取り出される。一方、 $\lambda 5$ ないし $\lambda 16$ の12波長は、波長多重されたまま出力される。

【0021】本実施例において、分散補償装置30Bは、図示した位置ほかに、前段光増幅器の出力部や、後段光増幅器の入力部に付加してもかまわない。そのようにすれば、基本的に全ての信号について分散補償を行うことが可能である。また、分散補償装置30Bの位置に伝送ファイバ30Cを設置することも可能である。この場合は、波長多重されていた16波長のうち、8波はいったん中継された後伝送され、残りの8波は増幅されるだけで無中継伝送される。

【0022】このように構成すれば、四つの波長を一括に合分波することが可能となり、光信号拡張装置内で、いくつかの複数の波長毎に簡単に取りまとめることが可能である。また、簡単に光信号拡張装置、分散補償器、光アッドドロップ装置、伝送ファイバを追加することが可能である。もちろん、どの光信号拡張装置から接続してもほぼ同じ条件で接続できるよう、光合分波器の損失を補償する低利得の光増幅器24が大きく寄与していることは言うまでもない。

【0023】本発明の他の実施の形態である光伝送装置の実施例を図4ないし図6を用いて説明する。ここで、図4および図5は中継局に設置される光伝送装置のブロック図であり、図6は光アッドドロップ装置のブロック図である。

【0024】図4に示した光伝送装置は、図2の光伝送装置の光信号拡張装置の受信部前段と、送信部後段に光コネクタ8を設け、光増幅器21、23の後段と光増幅器20、22の前段に分散補償器31を設けたものである。この追加によって、この光伝送装置100'は、光トランスポンダ機能、アッドドロップ機能を持つことになる。また、光増幅器25と光合波装置60との間の光分岐器9と、光信号解析装置80の一部機能とを削除した。光信号解析装置については後述する。

【0025】図5の光伝送装置100''で $\lambda 1 \sim \lambda 3$ の波長が現用系、 $\lambda 4$ の波長が予備系を仮定する。 $\lambda 1$ の光送信器7Aが故障したとしよう。光送信器7Aの故障に気付いた保守者は、端局1に連絡し $\lambda 1$ の信号を停止させる。続いて、光送信器7Aに接続する光コネクタ28間を接続する光ファイバ29を、予備系である $\lambda 4$ の受信器6Dに差し替える。そして、端局5に対し予備系の使用を連絡し、端局1に $\lambda 1$ での信号送信を再開させる。一般に光送信器は特定の狭い波長の光を送出する

が、光受信器は広い帯域で動作できるので、光送信器の故障によって、波長を変換して送信が可能である。また、予備系の光送信器7Dに波長可変の光源を利用すれば、波長変換しないで送信することが可能である。このように、光分波器50と光受信器6との間にコネクタを設けておくことによって、光伝送装置にトランスポンダの機能、予備系送信器の機能を与えることができる。

【0026】図6は、光信号拡張装置30Aの波長分波装置50の後段コネクタ（図示を省く）で波長 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ の2波長を、端局1から中継局2への通信用にドロップし、図示しない受信器で受信している。また、図示しない送信器からの $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ の2波長の光信号を、波長合波装置60前段のコネクタからアッドするように構成した光アッドドロップ装置30Dである。図4で、光増幅器21、23の後段の分散補償器31はドロップ信号用に設け、光増幅器20、22の前段の分散補償器31はアッド信号用に設けられている。この構成によって、簡単に光信号をアッドドロップすることが可能となるばかりでなく、光アッドドロップに寄与しない信号を一度中継して伝送することが可能となる。このため、伝送距離を気にせずに簡単に信号をアッドドロップするか、光アッドドロップに寄与しない信号とするかを切り替えることが可能となる。

【0027】次に図2を用いて光信号解析装置について説明する。伝送容量の大容量化が要求されるに伴い、従来、伝送路におけるパラメータを無視可能であった低速システムから、伝送路のパラメータを高精度に管理し、その上で端局装置を構築する、超高速・超長距離伝送システムの要求が高まっている。

【0028】従来伝送路は、比較的扱いやすい「回線切断」などの、単純な異常に対応する信頼性構築システムが一般的であり、ともすれば信頼性構築上、単純な伝送路は端局装置と切り離し、むしろ端局装置は端局装置で発生する異常を検出すれば充分であるかのようなトレンドが出来上がっていた。

【0029】しかし、そもそも光伝送は端局と伝送回線を切り離すことができない特殊な例であり、信頼性の高いシステムを構築するためには、端局装置・伝送路を包括して管理することが重要である。本実施例では、光信号拡張装置に、光信号解析装置への分岐器を設けることによって、光信号解析装置との接続を可能とただけでなく、光信号解析装置によって短時間で端局装置・伝送路に生じる可能性のある問題を排除、予防的サービスを可能とする。かつ、問題発生時には瞬時にいずれの装置要素にて、どの程度の問題が発生したかを解析し、システム断による悪影響を最低限に抑える役割を果たす。

【0030】初期導入時、動作が安定するまでは、各チャネル毎に、エラーが生じるチャネルに絞って解析を行うことができる。運用者の要求に応じて、数段階のレベルにシステムを構築することも可能である。

【0031】光信号解析装置を具体的に説明する。たとえば、 $\lambda_3$ に異常があつて伝送品質に劣化が生じている場合、本実施例の光伝送装置外部のEM (Element Manager) またはLC (Local Craft) から、 $\lambda_3$ における異常発生が知らされる。異常発生に従い、全ての光解析装置が置かれたサイトに対して、異常発生情報が転送される。情報の転送は、一般的に伝送システムで信号光と同時に配送されている、光監視信号などに重畳して転送すれば良い。

【0032】こうして転送された異常発生情報により、本実施例の光信号解析装置を全てのサイトにおいて $\lambda_3$ にリモートセッティングする。本実施例では、光スイッチ81を設けて、リモートに受信信号、送信信号を変えられるように構成されている。実際の光信号伝送時は、突然どのチャネルにどのサイトで異常が発生するか予測できないため、リモート配慮は重要である。

【0033】光信号拡張装置30Aよりの $\lambda_3$ 受信光信号の一部は、光分岐器8によって分岐され、光信号解析装置80へ導入される。光信号解析装置80では、光スイッチ81によって、所定の波長の信号、この例の場合には、 $\lambda_3$ のみが、光信号解析装置内の光受信器82に導入される。光受信器の信号は、オーバーヘッド信号分析器(B1モニタ)83によって信号が正常に伝送されているかどうかをモニタする。光スイッチによって光損失が発生し、受信光入力レベルが減少するが、一般的に光受信器は、ある規定の入力ダイナミックレンジ内のいずれの入力レベルの信号が入力されても、動作を保証することがシステム上、必要である。したがって、光損失が規定内である場合は、厳しい条件で解析を行っていることになり、この程度の入力損失によって問題が生じるようであれば、装置外の回線管理（分散補償や回線損失）に起因する異常や、設計不良を想定することが適切である。異常なければ、この回線に問題はなく、すでに敷設されていた装置側に問題があると考えて良い。

【0034】装置にとって常に最も厳しい条件で受信可能であるか解析できるよう、入力部に光アッテネータを設け、受信器に常に最小入力が入力されるよう構成しても良い。また、受信された信号は、再び、可変波長を有する光送信器85によって、再び、光信号拡張装置に導入され、光信号拡張装置30A内の光分岐器9によって、伝送可能である。

【0035】本実施例の構成とによって、光信号解析装置は、光信号拡張装置内の異常発生が疑われる光受信器あるいは光送信器をバイパスし、正常に動作する光信号解析装置内の光受信器および光送信器をもって信号を伝送させ、どのサイトに異常があるかを切り分けることを可能である。

【0036】解析の手順を図7を用いて説明する。ここで図7は双方向光伝送システムのブロック図である。図7の上半分がW-E (from west to east) 伝送路であ



り、下半分がE-W(from east to west)伝送路である。なお、図示の簡単のためW-E伝送路では、光監視信号に関するブロックを省略し、E-W伝送路では、光増幅器を省略して記載している。

【0037】伝送回線のいずれかに異常が生じた場合、端局装置の受信端で、異常が検出される。情報の転送は、伝送システムで光信号と同時に配送されている光監視信号などに重畳して転送すれば良い。本実施例では、検出しようとするW-E伝送システムと逆方向に伝送されるE-W伝送システムにおいて適用される光監視信号を用いる。W-E伝送システムの端局装置受信端で検出された異常発生情報は、光監視信号に重畳され、E-W伝送システム光監視信号送信器7'から送信される。送信された光監視信号は光監視信号合波器10'によってE-W伝送回線に導入され、光監視信号分波器40'によって分波され、光監視信号受信器6'によって受信されて、光信号解析装置30に異常発生情報が伝達されるよう構成されている。こうして転送された異常発生情報により、全てのサイトの光信号解析装置において、内部の光スイッチが、異常が発生した波長λ3に選択される。

【0038】このようにして異常が発生した波長λ3に光スイッチが選択されるが、以降の異常解析過程において、波長の異常、非異常に関わらず、光伝送装置外部のEM (Element Manager) またはLC (Local Craft) から、適宜、光スイッチをリモートで切替えられるよう構成可能であることは言うまでもない。

【0039】以降、回線と光信号拡張装置の異常解析を行う。例えば、図示した光信号拡張装置30-2で異常が発生した場合、光信号解析装置は図示した個所の内、80-1、80-2では異常は検出されないが、80-3において異常が検出される。また光信号拡張装置30-1から30-2の間の回線で異常が発生した場合にも、同様に、図示した個所の内、80-1、80-2では異常は検出されないが、80-3において異常が検出される。つまり、このシステムにおいて端局装置の受信端で異常が検出されており、かつ光信号解析装置80-1、80-2で異常が検出されずに、光信号解析装置80-3で異常が検出された場合には、光信号拡張装置30-2に異常が発生しているかあるいは、光信号拡張装置30-1から30-2の間の回線で異常が発生していると特定することが可能となる。

【0040】すなわち、本発明によれば、少なくとも一つ以上設置された光信号解析装置の異常・非異常の検出により、ある特定の個所の光信号拡張装置、あるいは特定の個所の回線異常を検出することが可能となる。

【0041】より具体的に、回線および光信号拡張装置の解析手順と、光信号拡張装置が異常であった場合の復帰手順を説明する。

【0042】解析および復帰の手順として、まず始めに

1. 伝送路に起因する異常を除外し、次に2. どの光信号拡張装置、あるいは送信器、受信器に異常が発生しているかを確認する手順を踏むことが望ましい。

【0043】1. 伝送路に起因する回線状態(回線ファイバロス・光ファイバコネクタロス等)・回線設計(帯域一括分散補償・分散補償量配分等)に異常がないことを確認する。

(波長数が少ない場合) 本発明の光信号拡張装置では、光コネクタの切替えにより、光信号拡張装置に導入された信号波長と異なる信号波長にて導出することが可能である。ある波長で異常が検出され、かつ伝送されている波長数が少ない場合、送信されてきた信号を光信号拡張装置内のいくつかの波長に切り替えて伝送させ、近隣の複数の波長伝送に問題がないかを確認すればよい。回線に起因する問題が発生していれば、近隣の複数の波長においても同様の問題が検出できるはずである。もし、近隣の複数の波長において異常が検出されない場合には、2. に移行する。

(波長数が多い場合) すでに伝送されている、近隣の複数の波長において同様の問題が発生していないかを確認する。回線に起因する問題が発生していれば、近隣の複数の波長においても同様の問題が検出できるはずである。もし、近隣の複数の波長において同様の異常が検出されない場合には、2. に移行する。

2. 1. の手順によって回線の異常でないと特定された場合、どの光信号拡張装置、あるいは送信器、受信器に異常が発生しているかを確認する。全てのサイトにおける光信号解析装置内部の光スイッチを受信端で検出された異常が発生している波長に合せる。上述したように、異常を検出したサイトの光信号解析装置と異常を検出していないサイトの光信号解析装置とを特定し、異常が発生している光信号拡張装置を特定(この時点で既に伝送回線の異常は除外されている)する。異常と特定された光信号拡張装置を正常な光信号拡張装置と交換する。

【0044】このよう手順で異常を特定し、異常品を正常品と交換することによって、伝送システムを正常に戻すことが可能となる。この方法の第一の特徴は、伝送路の異常を光信号解析装置で簡単に解析することができる点にある。第二の特徴は、一般的に「伝送路にはいくつかの波長が一括に伝送されており、伝送路の異常であれば他の波長でも異常が起きているはず」であることを利用し、光信号拡張装置が複数の波長の送信器を有することと、光信号拡張装置に導入されたただ一つの信号波長をこれらいくつかの波長に切り替えることが可能である点を利用して、複数の波長に問題が起きているか否かを簡単に確認できる点である。

【0045】光信号解析装置は、保守条件に従い、次のような様々な形態に切替可能である。

【0046】1. 非常設型光信号解析装置  
伝送システムを立ち上げるときや、異常が発生したとき

10

20

30

40

50

のみに用い、システムの外に設置したり、通常は、サービス員が持ち歩く形態の装置。

【0047】2. リモート式光チャンネルスイッチ付き常設型光信号解析装置

伝送システムを立ち上げるときや、異常が発生した場合に、ある特定の離れたサイトから伝送信号を用いた伝送により、リモートで異常が発生したチャンネルに切り替えて、信号の解析を行う形態の装置。

【0048】3. 自立切替式光チャンネルスイッチ付き常設型光信号解析装置

一定の時間間隔で全ての信号波長を次々と切り替え、全ての波長を間欠的に光信号解析装置によってモニタする装置。

【0049】たとえば、次のような顧客要求が考えられる。

A) 「全ての光信号拡張装置が確実にインストールされること」を希望。→非常設型光信号解析装置

B) 「端局にて異常検出時、1日以内に故障箇所が特定できること」を希望。→非常設型光信号解析装置

C) 「端局にて異常検出時、リモートで故障箇所が特定できること」を希望。→光監視信号によるリモート式光チャンネル付き常設型光信号解析装置

D) 「全ての光信号拡張装置を”分”のオーダーで故障監視できること」を希望。→自立切替式光チャンネルスイッチ付き常設型光信号解析装置

\* このように少ない数の光信号解析装置によって、伝送システムの信頼性を大幅に向上させることが可能である。また、全てもサイトを訪れることなしに、解析が可能となる点は、サービスの手間や、修繕サービスコストを大幅に低減させることが可能となる。

【0050】

【発明の効果】本発明は、そうした課題に鑑み、伝送システム中に波長帯域をグループ化した光信号拡張装置を設けたことによって伝送距離の長距離化と波長多重の高密度化とを実現して伝送できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の光伝送システムのブロック図である。

【図2】本発明の実施例の光伝送装置のブロック図である。

【図3】本発明の実施例の波長分波器と波長合波器とのブロック図である。

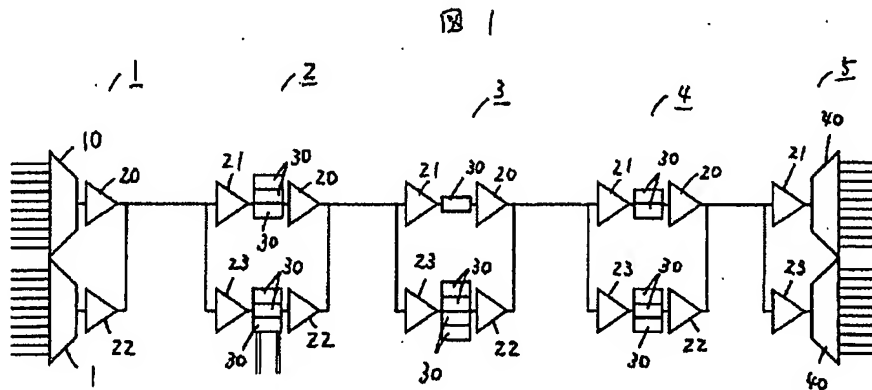
【図4】本発明の実施例の光伝送装置のブロック図である。

【図5】本発明の実施例の光伝送装置のブロック図である。

【図6】本発明の実施例のアドドロップ伝送装置のブロック図である。

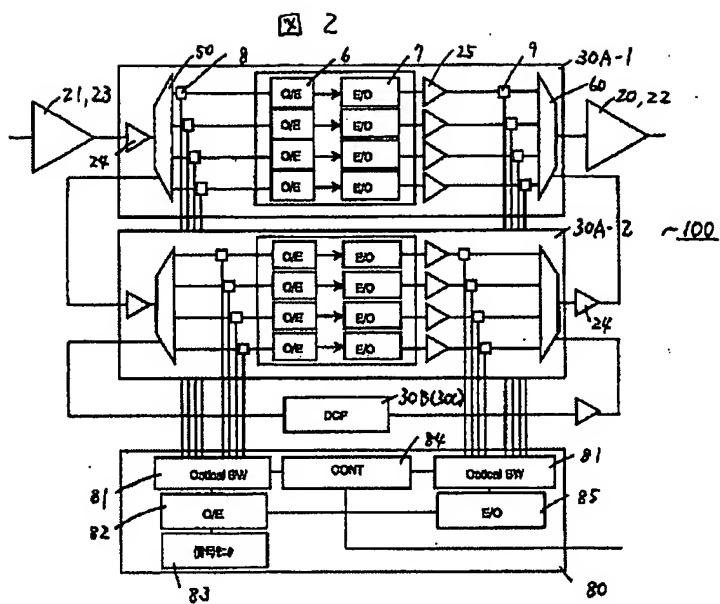
【図7】本発明の実施例の双方向光伝送システムのブロック図である。

【図1】

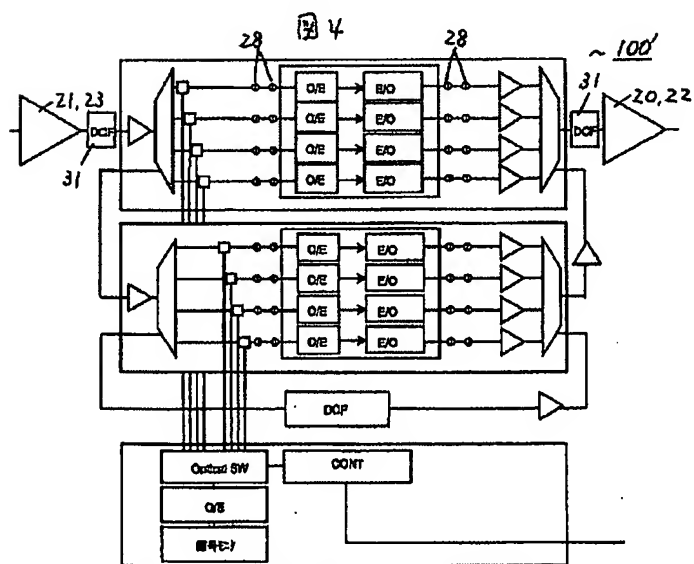




【図2】

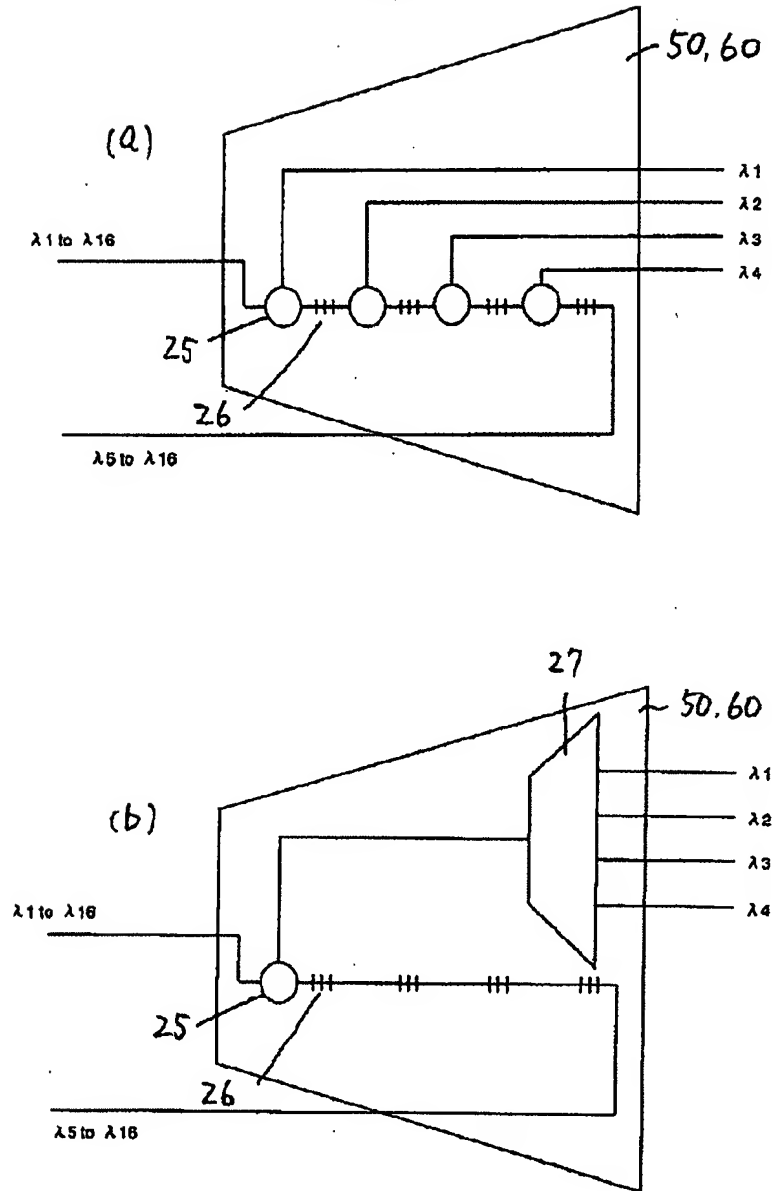


【図4】

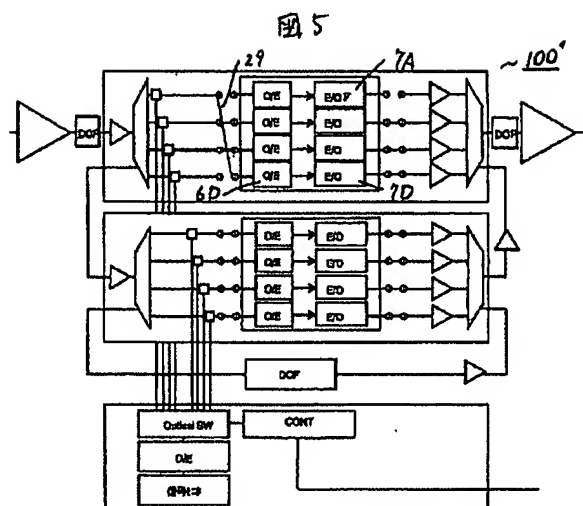


【図3】

図3

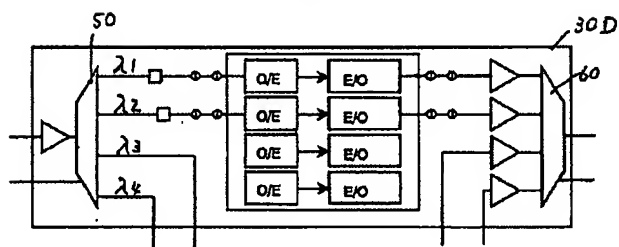


【図5】



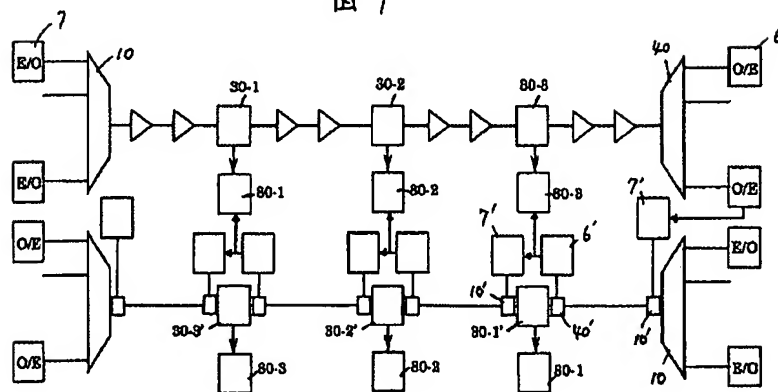
【図6】

図6



【図7】

図7



## 【手続補正書】

【提出日】平成14年2月25日(2002. 2. 25)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送装置およびその監視システム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の波長多重光信号を増幅する第1の光増幅器と、前記第1の光増幅器で増幅された第1の波長多重光信号から第1の帯域の波長を抽出する第1の処理ユニットと、前記第1の帯域の波長を取り除かれた第2の波長多重光信号から第2の帯域の波長を抽出する第2の処理ユニットと、前記第2の処理ユニットの出力である第3の波長多重光信号と前記第1の処理ユニットの出力である第4の波長多重光信号とを波長多重して入力する第2の光増幅器と、を含む光伝送装置。

【請求項2】 第1の波長多重信号用光増幅器と、第2の波長多重信号用光増幅器と、前記第1および第2の波長多重信号用光増幅器の間に設けられた第1の波長帯域用処理ユニットと、第2の波長帯域用処理ユニットと、を含む光伝送装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の光伝送装置であって、前記処理ユニットは、波長多重光信号を個別波長に分波する波長分波器と、分波された光信号を電気信号に変換する光受信器と、電気信号を光信号に変換する光送信器と、光信号を波長多重光に合波する光合波器と、を含む光伝送装置。

【請求項4】 請求項1または2に記載の光伝送装置であって、前記処理ユニットは、分散補償器を含む光伝送装置。

【請求項5】 請求項1または2に記載の光伝送装置であって、前記処理ユニットは、伝送ファイバである光伝送装置。

【請求項6】 第1の波長帯域と第2の波長帯域とに波長帯域を分ける波長分波器と、第1の波長帯域を中継局の入側で増幅する第1の光増幅器と、第1の波長帯域を中継局の出側で増幅する第2の光増幅器と、前記第1および第2の波長多重信号用光増幅器の間に設けられた第3の波長帯域用処理ユニットと、第4の波長帯域用処理ユニットと、からなる中継局。

【請求項7】 請求項6に記載の中継局であって、前記処理ユニットは、波長多重光信号を個別波長に分波する波長分波器と、分波された光信号を電気信号に変換する光受信器と、電気信号を光信号に変換する光送信器と、光信号を波長多重光に合波する光合波器と、を含む

中継局。

【請求項8】 請求項6に記載の中継局であって、前記処理ユニットは、分散補償器を含む中継局。

【請求項9】 請求項6に記載の中継局であって、前記処理ユニットは、伝送ファイバである中継局。

【請求項10】 送信端局と受信端局との間に中継局を含み波長多重光信号を伝送する光伝送システムであって、

前記中継局は、第1の波長帯域と第2の波長帯域とに波長帯域を分けて中継局の入口と出口とで波長多重信号を増幅し、中継局の入口に設けた第1の光増幅器と出口に設けた第2の光増幅器との間で、さらに波長帯域を細分化した信号処理を実施する光伝送システム。

【請求項11】 請求項10に記載の光伝送システムであって、

信号処理は光/電気変換と電気/光変換とである光伝送システム。

【請求項12】 請求項10に記載の光伝送システムであって、

信号処理は分散補償である光伝送システム。

【請求項13】 請求項10に記載の光伝送システムであって、

信号処理はファイバ伝送である光伝送システム。

【請求項14】 送信端局と受信端局との間に中継局を含み波長多重光信号を伝送する光伝送システムであって、

中継局は、中継局の入口に設けた第1の光増幅器と出口に設けた第2の光増幅器との間で個別波長毎に分派する分波器と、分波された波長の光を分割する複数のカップラーと、複数の光信号受信器と、複数の光信号送信器と、複数の光信号送信器からの複数の波長の光信号を合波する光合波器と、複数のカップラーで分割された信号を選択する光スイッチと、選択された波長の光を受信する第2の光信号受信器とを含む、光伝送システム。

【請求項15】 送信端局と受信端局との間に設けられる中継局であって、入口に設けた第1の光増幅器と出口に設けた第2の光増幅器との間で個別波長毎に分派する分波器と、分波された波長の光を分割する複数のカップラーと、複数の光信号受信器と、複数の光信号送信器と、複数の光信号送信器からの複数の波長の光信号を合波する光合波器と、複数のカップラーで分割された信号を選択する光スイッチと、選択された波長の光を受信する第2の光信号受信器とを含む、中継局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)光伝送装置に関し、特に中継局に設けられる光伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】伝送システムのコスト低減のために、伝送レートの向上要求と同時に波長多重の高密度化と、長距離化が要求されている。しかし一般に、伝送レートを向上させれば、伝送回線上の分散による送信信号光の波形歪を補償する広帯域の分散補償を実現することが困難となる。回線ファイバには、波長に依存する分散パラメータが存在し、このパラメータは、ファイバ長が長くなればなるほど積算される。したがって、特に効率的に広帯域一括分散補償を行おうとする場合には、全帯域に渡り最適補償を行うことが極めて困難となる。

【0003】光伝送技術において、光増幅器が有効に適用されている。しかし、光増幅器にも伝送特性を制限する雑音特性や利得特性に波長依存性がある。光増幅器を数段に渡って伝送回線上に敷設する場合には、波長によって光増幅器の段数の限界すなわち伝送距離の限界に差がある。このような場合、波長多重伝送では、全ての波長を一定の信頼性で伝送するために、最も特性の悪い、つまり伝送距離限界の最も短い波長に合せてシステムを構築するのが一般的であった。波長多重伝送に関連する技術として、特開平8-278523号公報（対応米国特許5,675,432）に記載の光増幅器が挙げられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】これらの波長依存性により、波長多重の高密度化を追求すれば長距離化の実現が困難となり、長距離化を実現しようとする波長の高密度化が困難となる。このトレードオフにより、伝送システムをより低コストで構築することが困難である。

【0005】また、伝送回線途中の局舎において波長帯域の一部の信号波長をドロップしたり、アッドする技術が検討されている。将来的に、こうした技術がより積極的に適用されるに伴い、同一のファイバに異なる局舎より送信された信号光が、波長多重光として伝送される可能性がある。このような場合には、信号波長によって伝送条件が異なるため、従来より行われている効率的な全帯域一括分散補償が困難という問題が生じている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、そうした課題に鑑み、伝送システム中に波長帯域をグループ化した光信号拡張装置を設ける。これによって分散の問題を解消させ、トレードオフの関係の長距離化と波長多重の高密度化とを実現して伝送させる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施の形態である光伝送システムの構成を説明するブロック図である。この光伝送システムでは、信号はおもに端局1から端局2の方向に伝送される。端局1と端局2との間には中継局2,3,4があり、中継局2には複数の波長について分波・合波することが可能である。波長多重信号の増幅

は、1530~1545nmのBlue Bandと1547~1560nmのRed Bandとにわけて、それぞれのBandで一括増幅している。

【0008】端局1で、図示しない光送信装置から送出された光信号は、光合波装置10によって合波され、光増幅器20,22によって増幅された後、図示しないカップラに依って合波され、伝送ファイバ1に導入される。長距離の伝送ファイバ1を伝送された信号光は、中継局2で図示しない波長多重分離装置でBandを分離し、再び光増幅器21,23によって増幅される。増幅された光信号は、図示しない光分波器により分波され、所定の波長数毎に、処理ユニット30を通過し、光増幅器20,22によって増幅され伝送ファイバ1に送出される。中継局3,4でも同様に伝送されたあと、端局5で図示しない波長多重分離装置でBandを分離し、再び光増幅器21,23によって増幅される。増幅された波長多重光信号は、波長多重分離装置40で単色波長に分離され、図示しない光受信装置で電気信号に戻される。

【0009】ここで、処理ユニット30としては、詳細を後述する光信号拡張装置30A、分散補償装置30B、単に伝送ファイバ30C、光アッドドロップ装置30D等が挙げられ、これらの処理ユニット30は、光増幅器21,23と光増幅器20,22との間に1台設置されても、いかなる組合せで複数台並列に設置されても良い。ここで、光信号拡張装置30Aと光アッドドロップ装置30Bとは、それぞれ単色の波長の光信号を通過させる。分散補償装置30Bと伝送ファイバ30Cは波長多重された光信号を通過させる。

【0010】このように伝送システムを構成することによって、伝送ファイバが1本であるにもかかわらず、端局1から端局5までの光信号に対して、波長帯域によって異なる無中継伝送区間を持たせることが可能である。ここでいう無中継伝送区間とは光送信器から次の光受信器までの伝送区間を言う。例えば、一部の帯域の信号光は、端局1から端局5までを無中継伝送区間とするが、他の一部の帯域の信号光は、端局1から光信号拡張装置までを第一の無中継伝送区間とし、光信号拡張装置から次の光信号拡張装置あるいは端局までが第二あるいは第三以降の無中継伝送区間となる。

【0011】より具体的には、光増幅器ではレッドバンドに含まれる波長では、利得の波長依存性や雑音特性が比較的小さく、特性が良いため、長距離化には有利である。このような帯域の信号だけに限って分散補償を行えば、端局1から端局5へ無中継伝送することが可能である。

【0012】一方、ブルーバンドに含まれる波長では、利得の波長依存性や雑音特性が比較的大きく、特性が悪いため、長距離化には不利である。このような帯域の信号は、途中の中継局に光信号拡張装置を設け無中継伝送

区間を短くすることが望ましい。

【0013】波長帯域1530nmから1560nmまでの全波長帯域を一括して無中継伝送しようとするれば、伝送距離は、光の利得特性や雑音特性が悪い波長帯域の特性によって制限される。また、分散補償も広帯域で行う必要があり、さらに伝送限界を制限する。

【0014】本発明により、異なる伝送区間を有する光信号を同一のファイバに合波伝送することが可能となる。波長帯域に応じた伝送区間を構築することが簡単に行えるため、伝送システムの長距離化および波長多重の高密度化を容易にし、システム構築コストを下げることが可能となる。また、波長帯域毎にフレキシブルな伝送システムを構築することが可能となる。

【0015】本発明の他の実施の形態である光伝送装置の実施例を図2および図3を用いて説明する。ここで、図2は、中継局に設置される光伝送装置のブロック図であり、図3は分波器または合波器のブロック図である。

【0016】図2は、図1で説明した中継局に設置される光伝送装置で、伝送ファイバ1よりの16波長多重信号は、光増幅器21、23によって増幅され、光信号拡張装置30A-1に導入され、光分波器の損失を補償するために設置された低利得の光増幅器24で増幅された後、4波長内部へ、残りの12波長が光信号拡張装置30A-2に導入される。低利得の光増幅器24で増幅された後、12波長のうち4波長は内部へ、残りの8波長が分散補償装置30Bに導入される。8波長は、分散補償装置30Bによって一括分散補償された後、光増幅器24で増幅後、ふたたび光信号拡張装置30A-2、光増幅器24、光信号拡張装置30A-1をこの順に通過して合波され、光増幅器20、22に16波長の波長が投入されて増幅される。

【0017】一方、光信号拡張装置30A-1の内部へ導入された4波長は、光分岐器8によって一部分岐され、光信号解析装置80に導入される。光分岐器8を通過した信号は、光受信器6によって電気変換され、信号波形調整、タイミング調整、識別再生して、光送信器7で再び光変換される。光変換された信号は、光増幅器25によって増幅され光分岐器9を通過し、光合波器60によって4波および12波が合波される。この光増幅器25は、送信光レベルを合せ、同時に光合波器の損失を補償するものであり、低利得の光増幅器で充分である。光分岐器9は、光信号解析装置80から導入される信号光を導入するためのものである。

【0018】このようにして、波長多重されていた16波長のうち8波長はいったん中継された後伝送され、残りの8波長は、分散補償器を通過するだけで無中継伝送される。なお、通常の中継伝送装置では、オーバーヘッド部の中継区間の誤り監視用のB1バイト抽出し、中継区間の誤り監視を実施しているが、本実施例の光信号拡張装置では、3R(Reshaping, Retiming, Regenerating)を実

施し、誤り監視は光信号解析装置に置き換えている。なお、光信号解析装置80については後述する。

【0019】つぎに図3を用いて波長多重信号を分波する波長分波器50と波長合波器60とを説明する。なお、説明は波長分波器50として説明するが、光の進行方向を逆にすれば波長合波器60の機能となる。

【0020】図3は、波長分離器の構成を示したもので、入力する波長多重信号には $\lambda 1 \sim \lambda 16$ の16波長が多重化されている。図3(a)で、波長多重信号は、光サーキュレータ25を通過し、ブラッググレーティング26で $\lambda 1$ 波長が反射される。光サーキュレータ25は、図で左から右に進む光は直進させるが、右から左に進む波長 $\lambda 1$ の反射光は第3のポートへ出力し、波長 $\lambda 1$ が取り出される。同様に、 $\lambda 2 \sim \lambda 4$ は波長分離され取り出される。一方、 $\lambda 5$ ないし $\lambda 16$ の12波長は、波長多重されたまま出力される。図3(b)に示した波長分離器は、反射してきた $\lambda 1 \sim \lambda 4$ の光信号を1台の光サーキュレータで第3のポートへ出力し、導波路型のWDMで波長分離し、 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ は取り出される。一方、 $\lambda 5$ ないし $\lambda 16$ の12波長は、波長多重されたまま出力される。

【0021】本実施例において、分散補償装置30Bは、図示した位置ほかに、前段光増幅器の出力部や、後段光増幅器の入力部に付加してもかまわない。そのようにすれば、基本的に全ての信号について分散補償を行うことが可能である。また、分散補償装置30Bの位置に伝送ファイバ30Cを設置することも可能である。この場合は、波長多重されていた16波長のうち、8波長はいったん中継された後伝送され、残りの8波長は増幅されるだけで無中継伝送される。

【0022】このように構成すれば、四つの波長を一括に合分波することが可能となり、光信号拡張装置内で、いくつかの複数の波長毎に簡単に取りまとめることが可能である。また、簡単に光信号拡張装置、分散補償器、光アッドドロップ装置、伝送ファイバを追加することが可能である。もちろん、どの光信号拡張装置から接続してもほぼ同じ条件で接続できるよう、光合分波器の損失を補償する低利得の光増幅器24が大きく寄与していることは言うまでもない。

【0023】本発明の他の実施の形態である光伝送装置の実施例を図4ないし図6を用いて説明する。ここで、図4および図5は中継局に設置される光伝送装置のブロック図であり、図6は光アッドドロップ装置のブロック図である。

【0024】図4に示した光伝送装置は、図2の光伝送装置の光信号拡張装置の受信部前段と、送信部後段に光コネクタ8を設け、光増幅器21、23の後段と光増幅器20、22の前段に分散補償器31を設けたものである。この追加によって、この光伝送装置100'は、光トランスポンダ機能、アッドドロップ機能を持つことにな



る。また、光増幅器25と光合波装置60との間の光分岐器9と、光信号解析装置80の一部機能とを削除した。光信号解析装置については後述する。

【0025】図5の光伝送装置100”で $\lambda 1 \sim \lambda 3$ の波長が現用系、 $\lambda 4$ の波長が予備系を仮定する。 $\lambda 1$ の光送信器7Aが故障したとしよう。光送信器7Aの故障に気付いた保守者は、端局1に連絡し $\lambda 1$ の信号を停止させる。続いて、光送信器7Aに接続する光コネクタ28間を接続する光ファイバ29を、予備系である $\lambda 4$ の受信器6Dに差し替える。そして、端局5に対し予備系の使用を連絡し、端局1に $\lambda 1$ での信号送信を再開させる。一般に光送信器は特定の狭い波長の光を送出するが、光受信器は広い帯域で動作できるので、光送信器の故障によって、波長を変換して送信が可能である。また、予備系の光送信器7Dに波長可変の光源を利用すれば、波長変換しないで送信することが可能である。このように、光分波器50と光受信器6との間にコネクタを設けておくことによって、光伝送装置にトランスポンダの機能、予備系送信器の機能を与えることができる。

【0026】図6は、光信号拡張装置30Aの波長分波装置50の後段コネクタ（図示を省く）で波長 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ の2波長を、端局1から中継局2への通信用にドロップし、図示しない受信器で受信している。また、図示しない送信器からの $\lambda' 3$ 、 $\lambda' 4$ の2波長の光信号を、波長合波装置60前段のコネクタからアッドするように構成した光アッドドロップ装置30Dである。図4で、光増幅器21、23の後段の分散補償器31はドロップ信号用に設け、光増幅器20、22の前段の分散補償器31はアッド信号用に設けられている。この構成によって、簡単に光信号をアッドドロップすることが可能となるばかりでなく、光アッドドロップに寄与しない信号を一度中継して伝送することが可能となる。このため、伝送距離を気にせずに簡単に信号をアッドドロップするか、光アッドドロップに寄与しない信号とするかを切り替えることが可能となる。

【0027】次に図2を用いて光信号解析装置について説明する。伝送容量の大容量化が要求されるに伴い、従来、伝送路におけるパラメータを無視可能であった低速システムから、伝送路のパラメータを高精度に管理し、その上で端局装置を構築する、超高速・超長距離伝送システムの要求が高まっている。

【0028】従来伝送路は、比較的扱いやすい「回線切断」などの、単純な異常に対応する信頼性構築システムが一般的であり、ともすれば信頼性構築上、単純な伝送路は端局装置と切り離し、むしろ端局装置は端局装置で発生する異常を検出すれば充分であるかのようなトレンドが出来上がっていた。

【0029】しかし、そもそも光伝送は端局と伝送回線を切り離すことができない特殊な例であり、信頼性の高いシステムを構築するためには、端局装置・伝送路を包

括して管理することが重要である。本実施例では、光信号拡張装置に、光信号解析装置への分岐器を設けることによって、光信号解析装置との接続を可能としただけでなく、光信号解析装置によって短時間で端局装置・伝送路に生じる可能性のある問題を排除、予防的サービスを可能とする。かつ、問題発生時には瞬時にいずれの装置要素にて、どの程度の問題が発生したかを解析し、システム断による悪影響を最低限に抑える役割を果たす。

【0030】初期導入時、動作が安定するまでは、各チャンネル毎に、エラーが生じるチャンネルに絞って解析を行うことができる。運用者の要求に応じて、数段階のレベルにシステムを構築することも可能である。

【0031】光信号解析装置を具体的に説明する。たとえば、 $\lambda 3$ に異常があつて伝送品質に劣化が生じている場合、本実施例の光伝送装置外部のEM (Element Manager) またはLC (Local Craft) から、 $\lambda 3$ における異常発生が知らされる。異常発生に従い、全ての光解析装置が置かれたサイトに対して、異常発生情報が転送される。情報の転送は、一般的に伝送システムで信号光と同時に配送されている、光監視信号などに重畳して転送すれば良い。

【0032】こうして転送された異常発生情報により、本実施例の光信号解析装置を全てのサイトにおいて $\lambda 3$ にリモートセッティングする。本実施例では、光スイッチ81を設けて、リモートに受信信号、送信信号を変えられるように構成されている。実際の光信号伝送時は、突然どのチャンネルにどのサイトで異常が発生するか予測できないため、リモート配慮は重要である。

【0033】光信号拡張装置30Aよりの $\lambda 3$ 受信光信号の一部は、光分岐器8によって分岐され、光信号解析装置80へ導入される。光信号解析装置80では、光スイッチ81によって、所定の波長の信号、この例の場合には、 $\lambda 3$ のみが、光信号解析装置内の光受信器82に導入される。光受信器の信号は、オーバーヘッド信号分析器(B1モニタ)83によって信号が正常に伝送されているかどうかをモニタする。光スイッチによって光損失が発生し、受信光入力レベルが減少するが、一般的に光受信器は、ある規定の入力ダイナミックレンジ内のいずれの入力レベルの信号が入力されても、動作を保証することがシステム上、必要である。したがって、光損失が規定内である場合は、厳しい条件で解析を行っていることになり、この程度の入力損失によって問題が生じるようであれば、装置外の回線管理（分散補償や回線損失）に起因する異常や、設計不良を想定することが適切である。異常なければ、この回線に問題はなく、すでに敷設されていた装置側に問題があると考えて良い。

【0034】装置にとつて常に最も厳しい条件で受信可能であるか解析できるよう、入力部に光アッテネータを設け、受信器に常に最小入力が入力されるよう構成しても良い。また、受信された信号は、再び、可変波長を有

する光送信器85によって、再び、光信号拡張装置に導入され、光信号拡張装置30A内の光分岐器9によって、伝送可能である。

【0035】本実施例の構成とによって、光信号解析装置は、光信号拡張装置内の異常発生が疑われる光受信器あるいは光送信器をバイパスし、正常に動作する光信号解析装置内の光受信器および光送信器をもって信号を伝送させ、どのサイトに異常があるかを切り分けることを可能である。

【0036】解析の手順を図7を用いて説明する。ここで図7は双方向光伝送システムのブロック図である。図7の上半分がW-E(from west to east)伝送路であり、下半分がE-W(from east to west)伝送路である。なお、図示の簡単のためW-E伝送路では、光監視信号に関するブロックを省略し、E-W伝送路では、光増幅器を省略して記載している。

【0037】伝送回線のいずれかに異常が生じた場合、端局装置の受信端で、異常が検出される。情報の転送は、伝送システムで光信号と同時に配送されている光監視信号などに重畳して転送すれば良い。本実施例では、検出しようとするW-E伝送システムと逆方向に伝送されるE-W伝送システムにおいて適用される光監視信号を用いる。W-E伝送システムの端局装置受信端で検出された異常発生情報は、光監視信号に重畳され、E-W伝送システム光監視信号送信器7'から送信される。送信された光監視信号は光監視信号合波器10'によってE-W伝送回線に導入され、光監視信号分波器40'によって分波され、光監視信号受信器6'によって受信されて、光信号解析装置30に異常発生情報が伝達されるよう構成されている。こうして転送された異常発生情報により、全てのサイトの光信号解析装置において、内部の光スイッチが、異常が発生した波長λ3に選択される。

【0038】このようにして異常が発生した波長λ3に光スイッチが選択されるが、以降の異常解析過程において、波長の異常、非異常に関わらず、光伝送装置外部のEM(Element Manager)またはLC(Local Craft)から、適宜、光スイッチをリモートで切替えられるよう構成可能であることは言うまでもない。

【0039】以降、回線と光信号拡張装置の異常解析を行う。例えば、図示した光信号拡張装置30-2で異常が発生した場合、光信号解析装置は図示した個所の内、80-1、80-2では異常は検出されないが、80-3において異常が検出される。また光信号拡張装置30-1から30-2の間の回線で異常が発生した場合にも、同様に、図示した個所の内、80-1、80-2では異常は検出されないが、80-3において異常が検出される。つまり、このシステムにおいて端局装置の受信端で異常が検出されており、かつ光信号解析装置80-1、80-2で異常が検出されずに、光信号解析装置8

0-3で異常が検出された場合には、光信号拡張装置30-2に異常が発生しているかあるいは、光信号拡張装置30-1から30-2の間の回線で異常が発生していると特定することが可能となる。

【0040】すなわち、本発明によれば、少なくとも一つ以上設置された光信号解析装置の異常・非異常の検出により、ある特定の個所の光信号拡張装置、あるいは特定の個所の回線異常を検出することが可能となる。

【0041】より具体的に、回線および光信号拡張装置の解析手順と、光信号拡張装置が異常であった場合の復帰手順を説明する。

【0042】解析および復帰の手順として、まず始めに1. 伝送路に起因する異常を除外し、次に2. どの光信号拡張装置、あるいは送信器、受信器に異常が発生しているかを確認する手順を踏むことが望ましい。

【0043】1. 伝送路に起因する回線状態(回線ファイバロス・光ファイバコネクタロス等)・回線設計(帯域一括分散補償・分散補償量配分等)に異常がないことを確認する。

(波長数が少ない場合)本発明の光信号拡張装置では、光コネクタの切替えにより、光信号拡張装置に導入された信号波長と異なる信号波長にて導出することが可能である。ある波長で異常が検出され、かつ伝送されている波長数が少ない場合、送信されてきた信号を光信号拡張装置内のいくつかの波長に切り替えて伝送させ、近隣の複数の波長伝送に問題がないかを確認すればよい。回線に起因する問題が発生していれば、近隣の複数の波長においても同様の問題が検出できるはずである。もし、近隣の複数の波長において異常が検出されない場合には、2.に移行する。

(波長数が多い場合)すでに伝送されている、近隣の複数の波長において同様の問題が発生していないかを確認する。回線に起因する問題が発生していれば、近隣の複数の波長においても同様の問題が検出できるはずである。もし、近隣の複数の波長において同様の異常が検出されない場合には、2.に移行する。

2. 1. の手順によって回線の異常でないと特定された場合、どの光信号拡張装置、あるいは送信器、受信器に異常が発生しているかを確認する。全てのサイトにおける光信号解析装置内部の光スイッチを受信端で検出された異常が発生している波長に合せる。上述したように、異常を検出したサイトの光信号解析装置と異常を検出していないサイトの光信号解析装置とを特定し、異常が発生している光信号拡張装置を特定(この時点で既に伝送回線の異常は除外されている)する。異常と特定された光信号拡張装置を正常な光信号拡張装置と交換する。

【0044】このよう手順で異常を特定し、異常品を正常品と交換することによって、伝送システムを正常に戻すことが可能となる。この方法の第一の特徴は、伝送路の異常を光信号解析装置で簡単に解析することができる

点にある。第二の特徴は、一般的に「伝送路にはいくつかの波長が一括に伝送されており、伝送路の異常であれば他の波長でも異常が起きているはず」であることを利用し、光信号拡張装置が複数の波長の送信器を有することと、光信号拡張装置に導入されたただ一つの信号波長をこれらいくつかの波長に切り替えることが可能である点を利用して、複数の波長に問題が起きているか否かを簡単に確認できる点である。

【0045】光信号解析装置は、保守条件に従い、次のような様々な形態に切替可能である。

【0046】1. 非常設型光信号解析装置

伝送システムを立ち上げるときや、異常が発生したときのみを用い、システムの外に設置したり、通常は、サービス員が持ち歩く形態の装置。

【0047】2. リモート式光チャンネルスイッチ付き常設型光信号解析装置

伝送システムを立ち上げるときや、異常が発生した場合に、ある特定の離れたサイトから伝送信号を用いた伝送により、リモートで異常が発生したチャンネルに切り替えて、信号の解析を行う形態の装置。

【0048】3. 自立切替式光チャンネルスイッチ付き常設型光信号解析装置

一定の時間間隔で全ての信号波長を次々と切り替え、全ての波長を間欠的に光信号解析装置によってモニタする装置。

【0049】たとえば、次のような顧客要求が考えられる。

A)「全ての光信号拡張装置が確実にインストールされること」を希望。→非常設型光信号解析装置

B)「端局にて異常検出時、1日以内に故障箇所が特定できること」を希望。→非常設型光信号解析装置 \*

\* C)「端局にて異常検出時、リモートで故障箇所が特定できること」を希望。→光監視信号によるリモート式光チャンネル付き常設型光信号解析装置

D)「全ての光信号拡張装置を”分”のオーダーで故障監視できること」を希望。→自立切替式光チャンネルスイッチ付き常設型光信号解析装置

このように少ない数の光信号解析装置によって、伝送システムの信頼性を大幅に向上させることが可能である。また、全てもサイトを訪れることなしに、解析が可能となる点は、サービスの手間や、修繕サービスコストを大幅に低減させることが可能となる。

【0050】

【発明の効果】本発明は、そうした課題に鑑み、伝送システム中に波長帯域をグループ化した光信号拡張装置を設けたことによって伝送距離の長距離化と波長多重の高密度化とを実現して伝送できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例の光伝送システムのブロック図である。

【図2】 本発明の実施例の光伝送装置のブロック図である。

【図3】 本発明の実施例の波長分波器と波長合波器とのブロック図である。

【図4】 本発明の実施例の光伝送装置のブロック図である。

【図5】 本発明の実施例の光伝送装置のブロック図である。

【図6】 本発明の実施例のアッドドロップ伝送装置のブロック図である。

【図7】 本発明の実施例の双方向光伝送システムのブロック図である。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H04B 10/16

識別記号

F I

ターマコード(参考)